

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-65543
(P2000-65543A)

(43) 公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/24	C 2 F 0 6 5
			K 5 E 3 1 9
H 0 1 L 23/12		H 0 5 K 3/34	5 1 2 B
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 1 L 23/12	L

審査請求 有 請求項の数26 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-235940

(22) 出願日 平成10年8月21日(1998.8.21)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 598113900

アクテス株式会社
神奈川県厚木市妻田北3丁目15番38号

(72) 発明者 井上 雅彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100070219

弁理士 若林 忠 (外4名)

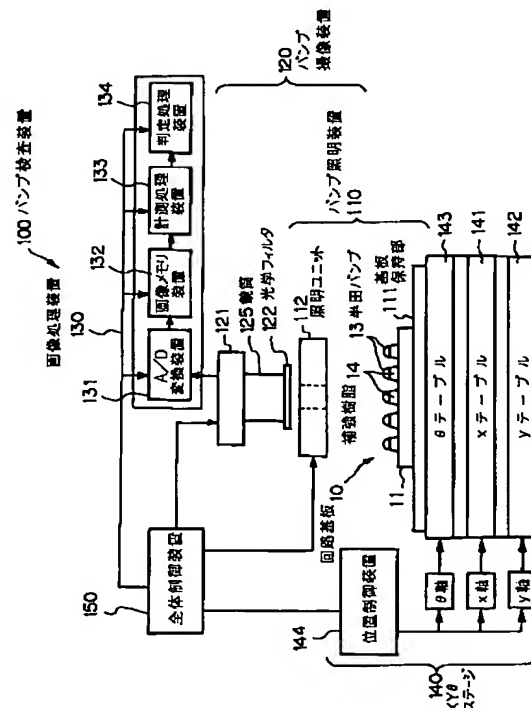
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パンプ照明方法／装置、パンプ撮像方法／装置、画像処理方法／装置、パンプ検査方法／装置、情報記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田パンプの良否を容易に検査できるようにする。

【解決手段】 半田パンプ13を全周方向から照明し、これを中心の光量を低下させながら撮像する。その画像データからオブジェクトを抽出して面積や縦横比を確認することで、半田パンプ13に対する補強樹脂14の塗布状態の良否を装置100により自動的に検査する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを照明するバンプ照明方法であって、

前記回路基板を所定位置に保持し、

この保持された前記回路基板の表面に所定角度で交差する光線を前記半田バンプの外周部に全周方向から照射するようにしたバンプ照明方法。

【請求項 2】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを照明するバンプ照明装置であって、

前記回路基板を所定位置に保持する基板保持手段と、

該基板保持手段により保持された前記回路基板の表面に所定角度で交差する光線を前記半田バンプの外周部に全周方向から照射する光線照射手段と、を具備しているバンプ照明装置。

【請求項 3】 前記光線照射手段が、

光線を各々出射する多数の光線出射手段と、

これら多数の光線出射手段を内向きの放射状に配置して出射される光線を一点に集中させる光源保持手段と、を具備している請求項 2 記載のバンプ照明装置。

【請求項 4】 前記光線照射手段が、

光線を各々出射する多数の光線出射手段と、

これら多数の光線出射手段を円形に配置する光源保持手段と、

該光源保持手段により配置された多数の前記光線出射手段から出射される光線を所定方向に偏向して一点に集中させる光線偏向手段と、を具備している請求項 2 記載のバンプ照明装置。

【請求項 5】 前記半田バンプに照射される光線を偏光に変換する光線変換手段も具備している請求項 2 ないし 5 の何れか一記載のバンプ照明装置。

【請求項 6】 前記光線出射手段が前記補強樹脂の発色に対して略補色の光線を出射する請求項 2 ないし 6 の何れか一記載のバンプ照明装置。

【請求項 7】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像方法であって、

前記回路基板を所定位置に保持して前記半田バンプを照明し、

この照明された前記半田バンプの反射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像し、

この撮像範囲での前記半田バンプの中央部分の反射光の強度を低下させるようにしたバンプ撮像方法。

【請求項 8】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像装置であって、

前記回路基板を所定位置に保持して前記半田バンプを照明するバンプ照明手段と、

該バンプ照明手段により照明された前記半田バンプの反

射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像する画像撮像手段と、

該画像撮像手段の撮像範囲での前記半田バンプの中央部分の反射光の強度を低下させる強度調整手段と、を具備しているバンプ撮像装置。

【請求項 9】 前記強度調整手段は、

透過率が中央ほど低く同心円状に変化した光学フィルタと、

該光学フィルタを前記画像撮像手段と前記半田バンプとの間隙に配置するフィルタ配置手段と、を具備している請求項 8 記載のバンプ撮像装置。

【請求項 10】 前記強度調整手段は、撮像される前記半田バンプの反射光の強度を前記画像撮像手段のダイナミックレンジに適合させる請求項 8 または 9 記載のバンプ撮像装置。

【請求項 11】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像方法であって、

前記回路基板を所定位置に保持し、

この保持された前記回路基板の表面の前記半田バンプを偏光で照明し、

この偏光で照明された前記半田バンプの反射光を偏光に再度変換し、

この偏光に変換された前記半田バンプの反射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像するようにしたバンプ撮像方法。

【請求項 12】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像装置であって、

前記回路基板を所定位置に保持して前記半田バンプを照明するバンプ照明手段と、

該バンプ照明手段により照明された前記半田バンプの反射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像する画像撮像手段と、

前記バンプ照明手段により前記半田バンプに照射される光線を偏光に変換する第一の光線変換手段と、

前記半田バンプで反射されて前記画像撮像手段により撮像される光線を偏光に変換する第二の光線変換手段と、を具備しているバンプ撮像装置。

【請求項 13】 前記バンプ照明手段が請求項 2 ないし 7 の何れか一記載のバンプ照明装置からなる請求項 8 ないし 12 の何れか一記載のバンプ撮像装置。

【請求項 14】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの画像データをデータ処理する画像処理方法であって、

多値の画像データを二値化し、

この二値化された画像データから前記半田バンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出し、

この抽出されたオブジェクトの良否を判定するようにし

た画像処理方法。

【請求項 1 5】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの画像データをデータ処理する画像処理装置であって、多値の画像データを二値化する画像二値化手段と、該画像二値化手段により二値化された画像データから前記半田バンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出するオブジェクト抽出手段と、該オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの良否を判定する良否判定手段と、を具備している画像処理装置。

【請求項 1 6】 画像データの処理範囲を前記半田バンプの外形に対応した円形に制限する範囲制限手段も具備している請求項 1 5 記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】 前記画像二値化手段は、前記範囲制限手段により円形に制限された画像データの内周部分の平均輝度を検出する平均検出手段と、前記平均検出手段により検出された平均輝度に所定のオフセット値を加算して二値化の閾値を算出する閾値算出手段と、を具備している請求項 1 6 記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】 少なくとも前記良否判定手段の処理動作を制御する処理制御手段も具備しており、前記オブジェクト抽出手段が、一個の前記半田バンプの画像データを順次走査して複数のオブジェクトを順次抽出し、前記良否判定手段が、一個の前記半田バンプに対応した複数のオブジェクトを順次検査し、前記処理制御手段は、複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で前記良否判定手段の処理を終了させる請求項 1 5 ないし 1 7 の何れか一記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】 前記オブジェクト抽出手段が、画像データの中央部分から一つのオブジェクトを抽出する請求項 1 5 ないし 1 7 の何れか一記載の画像処理装置。

【請求項 2 0】 前記良否判定手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの面積を検出する面積検出手段と、該面積検出手段により検出された面積を所定の許容範囲と比較する面積比較手段と、を具備している請求項 1 5 ないし 1 9 の何れか一記載の画像処理装置。

【請求項 2 1】 前記良否判定手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの縦横比を検出する比率検出手段と、該比率検出手段により検出された縦横比を所定の許容範囲と比較する比率比較手段と、を具備している請求項 1 5 ないし 2 0 の何れか一記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】 前記比率検出手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの長軸を検出

して縦軸とする請求項 2 1 記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】 回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを請求項 1 記載のバンプ照明方法で照明し、この照明された前記半田バンプを請求項 7 または 1 1 記載のバンプ撮像方法で撮像し、この撮像された前記半田バンプの画像データを請求項 1 5 記載の画像処理方法で処理するようにしたバンプ検査方法。

【請求項 2 4】 請求項 1 3 記載のバンプ撮像装置と、請求項 1 5 ないし 2 2 の何れか一記載の画像処理装置と、を具備しているバンプ検査装置。

【請求項 2 5】 前記回路基板は表面に多数の前記半田バンプが配列されており、前記光線照射手段および前記画像撮像手段に対して前記基板保持手段を相対移動させる相対移動手段と、該相対移動手段と前記バンプ照明装置と前記バンプ撮像装置と前記画像処理装置とを統合制御して一個の前記回路基板の表面の多数の前記半田バンプを順番に照明させるとともに撮像させて検査させる全体制御手段と、も具備している請求項 2 4 記載のバンプ検査装置。

【請求項 2 6】 コンピュータが読取自在なソフトウェアが格納されている情報記憶媒体において、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの画像データをデータ入力すること、このデータ入力された多値の画像データを二値化すること、この二値化された画像データから前記半田バンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出すること、この抽出されたオブジェクトの良否を判定すること、を前記コンピュータに実行させるためのプログラムが格納されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを照明するバンプ照明方法および装置、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像方法および装置、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの画像データをデータ処理する画像処理方法および装置、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの良否を検査するバンプ検査方法および装置、コンピュータに各種の処理動作を実行させるためのプログラムがソフトウェアとして格納されている情報記憶媒体、に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、回路チップを表面実装するため、

球状の半田バンプを接続パッドの表面に装着した回路基板がある。しかし、このような回路基板は作業途中に半田バンプが剥離することがあり、この場合は表面実装する回路チップに接続不良が発生することになる。

【0003】上述のような課題を解決するため、回路基板の表面に半田バンプを装着してから補強樹脂を塗布し、この補強樹脂で半田バンプの下半部を保持するようにした回路基板がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述のような回路基板では、半田バンプと回路基板との接合が補強樹脂により補強されるため、作業途中に回路基板から半田バンプが剥離することが防止される。しかし、補強樹脂は絶縁体であるため、これが半田バンプの上部まで塗布されると表面実装する回路チップに接続不良が発生することになる。

【0005】このため、半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態を検査する必要があるが、この検査を実行する有効な手法は開発されていない。例えば、半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態を目視により検査することが想定できるが、近年は半田バンプの微細化および高密度化が進行する傾向にあり、量産される回路基板の膨大な半田バンプを目視で検査することは実用的でない。

【0006】例えば、特開平9-311020号公報や特開平8-147468号公報には、半田バンプの外形を検査する方法および装置が開示されている。しかし、これは半田バンプの外形は検査できるが、半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態を検査することはできない。

【0007】本発明は上述のような課題に鑑みてなされたものであり、補強樹脂の塗布状態を良好に検査できるように半田バンプを照明するバンプ照明方法および装置、補強樹脂の塗布状態を良好に検査できるように半田バンプを撮像するバンプ撮像方法および装置、半田バンプの画像データから補強樹脂の塗布状態の良否を判定する画像処理方法および装置、半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態を良好に検査するバンプ検査方法および装置、半田バンプの画像データから補強樹脂の塗布状態の良否を判定することをコンピュータに実行させるためのプログラムがソフトウェアとして格納されている情報記憶媒体、を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のバンプ照明装置は、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを照明するバンプ照明装置であって、前記回路基板を所定位置に保持する基板保持手段と、該基板保持手段により保持された前記回路基板の表面に所定角度で交差する光線を前記半田バンプの外周部に全周方向から照射する光線照射手段と、を具備している。

【0009】従って、本発明のバンプ照明装置によるバ

ンプ照明方法では、基板保持手段により所定位置に保持された回路基板の表面に所定角度で交差する光線が、光線照射手段により半田バンプの外周部に全周方向から照射されるので、球状の半田バンプの上半部と補強樹脂との境界の位置が略均一に照明される。

【0010】上述のようなバンプ照明装置において、前記光線照射手段が、光線を各々出射する多数の光線出射手段と、これら多数の光線出射手段を内向きの放射状に配置して出射される光線を一点に集中させる光源保持手段と、を具備していることも可能である。

【0011】この場合、光源保持手段により多数の光線出射手段が内向きの放射状に配置され、この多数の光線出射手段の各々が出射する光線が一点に集中するので、これで光線照射手段により半田バンプの外周部に全周方向から光線が照射されることになる。

【0012】上述のようなバンプ照明装置において、前記光線照射手段が、光線を各々出射する多数の光線出射手段と、これら多数の光線出射手段を円形に配置する光源保持手段と、該光源保持手段により配置された多数の前記光線出射手段から出射される光線を所定方向に偏向して一点に集中させる光線偏向手段と、を具備していることも可能である。

【0013】この場合、光源保持手段により多数の光線出射手段が円形に配置され、この多数の光線出射手段の各々が出射する光線が光線偏向手段により所定方向に偏向されて一点に集中するので、これで光線照射手段により半田バンプの外周部に全周方向から光線が照射されることになる。

【0014】上述のようなバンプ照明装置において、前記半田バンプに照射される光線を偏光に変換する光線変換手段を具備していることも可能である。この場合、半田バンプに照射される光線が光線変換手段により偏光に変換されるので、表面が鏡面の半田バンプの反射光が極度に高強度となることが防止される。

【0015】上述のようなバンプ照明装置において、前記光線出射手段が前記補強樹脂の発色に対して略補色の光線を出射することも可能である。この場合、光線出射手段から半田バンプに照射される光線が補強樹脂の発色に対して略補色なので、表面が鏡面の半田バンプは照射される光線を良好に反射し、補強樹脂は照射される光線を略吸収する。

【0016】本発明のバンプ撮像装置は、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像装置であって、前記回路基板を所定位置に保持して前記半田バンプを照明するバンプ照明手段と、該バンプ照明手段により照明された前記半田バンプの反射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像する画像撮像手段と、該画像撮像手段の撮像範囲での前記半田バンプの中央部分の反射光の強度を低下させる強度調整手段と、を具備している。

【0017】従って、本発明のバンプ撮像装置によるバンプ撮像方法では、バンプ照明手段により回路基板が所定位置に保持されて半田バンプが照明され、この照明された半田バンプの反射光が画像撮像手段により回路基板の表面に直交する方向から撮像される。ただし、画像撮像手段の撮像範囲での半田バンプの中央部分の反射光の強度が強度調整手段により低下されるので、表面が鏡面の半田バンプの頂点部分で高強度に反射された光線の強度が撮像されるまでに低下される。

【0018】上述のようなバンプ撮像装置において、前記強度調整手段は、透過率が中央ほど低く同心円状に変化した光学フィルタと、該光学フィルタを前記画像撮像手段と前記半田バンプとの間に配置するフィルタ配置手段と、を具備していることも可能である。

【0019】この場合、フィルタ配置手段により画像撮像手段と半田バンプとの間隙に光学フィルタが配置され、この光学フィルタの透過率は中央ほど低く同心円状に変化しているので、これで強度調整手段により画像撮像手段の撮像範囲での半田バンプの中央部分の反射光の強度が低下されることになる。

【0020】上述のようなバンプ撮像装置において、前記強度調整手段は、撮像される前記半田バンプの反射光の強度を前記画像撮像手段のダイナミックレンジに適合させることも可能である。この場合、撮像される半田バンプの反射光の強度が強度調整手段により画像撮像手段のダイナミックレンジに適合されるので、この画像撮像手段は露光が過剰となることなく半田バンプを撮像する。

【0021】本発明の他のバンプ撮像装置は、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプを撮像するバンプ撮像装置であって、前記回路基板を所定位置に保持して前記半田バンプを照明するバンプ照明手段と、該バンプ照明手段により照明された前記半田バンプの反射光を前記回路基板の表面に直交する方向から撮像する画像撮像手段と、前記バンプ照明手段により前記半田バンプに照射される光線を偏光に変換する第一の光線変換手段と、前記半田バンプで反射されて前記画像撮像手段により撮像される光線を偏光に変換する第二の光線変換手段と、を具備している。

【0022】従って、本発明のバンプ撮像装置によるバンプ撮像方法では、バンプ照明手段により回路基板が所定位置に保持されて半田バンプが照明され、この照明された半田バンプの反射光が画像撮像手段により回路基板の表面に直交する方向から撮像される。ただし、バンプ照明手段により半田バンプに照射される光線が第一の光線変換手段により偏光に変換されるとともに、半田バンプで反射されて画像撮像手段により撮像される光線が第二の光線変換手段により偏光に変換されるので、表面が鏡面の半田バンプの頂点部分で高強度に反射された光線の強度が撮像されるまでに低下される。

【0023】上述のようなバンプ撮像装置において、前記バンプ照明手段が本発明の前述のバンプ照明装置からなることも可能である。この場合、本発明のバンプ照明装置により球状の半田バンプの補強樹脂との境界の位置が全周方向から略均一に照明され、このように照明された半田バンプが本発明のバンプ撮像装置により少なくとも頂点部分の反射光の強度が低下された状態で撮像される。

【0024】本発明の画像処理装置は、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田バンプの画像データをデータ処理する画像処理装置であって、多値の画像データを二値化する画像二値化手段と、該画像二値化手段により二値化された画像データから前記半田バンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出するオブジェクト抽出手段と、該オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの良否を判定する良否判定手段と、を具備している。

【0025】従って、本発明の画像処理装置による画像処理方法では、多値の画像データが画像二値化手段により二値化され、この二値化された画像データからオブジェクト抽出手段により半田バンプの露出部分に対応したオブジェクトが抽出される。このオブジェクトの良否が良否判定手段により判定されるので、これで半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否が判定される。

【0026】上述のような画像処理装置において、画像データの処理範囲を前記半田バンプの外形に対応した円形に制限する範囲制限手段を具備していることも可能である。この場合、画像データの処理範囲が範囲制限手段により半田バンプの外形に対応した円形に制限されるので、半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態の判定に必要な部分のみ画像データが処理される。

【0027】上述のような画像処理装置において、前記画像二値化手段は、前記範囲制限手段により円形に制限された画像データの内周部分の平均輝度を検出する平均検出手段と、前記平均検出手段により検出された平均輝度に所定のオフセット値を加算して二値化の閾値を算出する閾値算出手段と、を具備していることも可能である。

【0028】この場合、範囲制限手段により円形に制限された画像データの内周部分の平均輝度が平均検出手段により検出され、この平均輝度に閾値算出手段により所定のオフセット値が加算されて二値化の閾値が算出されるので、この閾値により画像二値化手段が多値の画像データを二値化する。

【0029】上述のような画像処理装置において、少なくとも前記良否判定手段の処理動作を制御する処理制御手段も具備しており、前記オブジェクト抽出手段が、一個の前記半田バンプの画像データを順次走査して複数のオブジェクトを順次抽出し、前記良否判定手段が、一個

の前記半田パンプに対応した複数のオブジェクトを順次検査し、前記処理制御手段は、複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で前記良否判定手段の処理を終了させることも可能である。

【0030】この場合、一個の半田パンプの画像データがオブジェクト抽出手段により順次走査されて複数のオブジェクトが順次抽出され、一個の半田パンプに対応した複数のオブジェクトが良否判定手段により順次検査される。ただし、複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で、以後のオブジェクトに対する良否判定手段の処理が処理制御手段により省略されるので、複数のオブジェクトに対する処理が必要最小限とされて無用な処理が実行されない。

【0031】上述のような画像処理装置において、前記オブジェクト抽出手段が、画像データの中央部分から一つのオブジェクトを抽出することも可能である。この場合、画像データの中央部分からオブジェクト抽出手段により一つのオブジェクトが抽出されるので、半田パンプの補強樹脂から露出した部分のオブジェクトが一度で抽出される。

【0032】上述のような画像処理装置において、前記良否判定手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの面積を検出する面積検出手段と、該面積検出手段により検出された面積を所定の許容範囲と比較する面積比較手段と、を具備していることも可能である。

【0033】この場合、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの面積が面積検出手段により検出され、この面積が面積比較手段により所定の許容範囲と比較されるので、これで補強樹脂から露出している半田パンプの上部の面積の適否が良否判定手段により判定される。

【0034】上述のような画像処理装置において、前記良否判定手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの縦横比を検出する比率検出手段と、該比率検出手段により検出された縦横比を所定の許容範囲と比較する比率比較手段と、を具備していることも可能である。

【0035】この場合、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの縦横比が比率検出手段により検出され、この縦横比が比率比較手段により所定の許容範囲と比較されるので、これで補強樹脂から露出している半田パンプの上部の形状の適否が良否判定手段により判定される。

【0036】上述のような画像処理装置において、前記比率検出手段が、前記オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの長軸を検出して縦軸とすることも可能である。この場合、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの長軸が比率検出手段により検出されて縦軸とされ、この縦軸を基準にオブジェクトの縦

横比が検出されるので、オブジェクトの縦横比が長軸と短軸との比率として検出される。

【0037】本発明のパンプ検査装置は、本発明のパンプ撮像装置と、本発明の画像処理装置と、を具備している。従って、本発明のパンプ検査装置によるパンプ検査方法では、本発明のパンプ照明装置により球状の半田パンプの補強樹脂との境界の位置が全周方向から略均一に照明され、このように照明された半田パンプが本発明のパンプ撮像装置により少なくとも頂点部分の反射光の強度が低下された状態で撮像され、このように撮像された画像データから本発明の画像処理装置により半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否が判定される。

【0038】上述のようなパンプ検査装置において、前記回路基板は表面に多数の前記半田パンプが配列されており、前記光線照射手段および前記画像撮像手段に対して前記基板保持手段を相対移動させる相対移動手段と、該相対移動手段と前記パンプ照明装置と前記パンプ撮像装置と前記画像処理装置とを統合制御して一個の前記回路基板の表面の多数の前記半田パンプを順番に照明させるとともに撮像させて検査させる全体制御手段と、を具備していることも可能である。

【0039】この場合、全体制御手段により相対移動手段とパンプ照明装置とパンプ撮像装置と画像処理装置とが統合制御され、相対移動手段により相対移動される一個の回路基板の表面の多数の半田パンプが順番にパンプ照明装置により照明されるとともにパンプ撮像装置により撮像されて画像処理装置により検査されるので、一個の回路基板の表面に配列されている多数の半田パンプに対して補強樹脂の塗布状態が順番に検査される。

【0040】なお、本発明で言う各種手段は、その機能を実現するように形成されていれば良く、例えば、専用のハードウェア、適正な機能がプログラムにより付与されたコンピュータ、適正なプログラムによりコンピュータの内部に実現された機能、これらの組み合わせ、等を許容する。

【0041】本発明の情報記憶媒体は、コンピュータが読取自在なソフトウェアが格納されている情報記憶媒体において、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田パンプの画像データをデータ入力すること、このデータ入力された多値の画像データを二値化すること、この二値化された画像データから前記半田パンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出すること、この抽出されたオブジェクトの良否を判定すること、を前記コンピュータに実行させるためのプログラムが格納されている。

【0042】従って、本発明の情報記憶媒体に格納されているプログラムをコンピュータに読み取らせて対応する処理動作を実行させると、このコンピュータは、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田パンプの画像データをデータ入力し、このデ

ータ入力された多値の画像データを二値化する。この二値化された画像データから前記半田バンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出し、この抽出されたオブジェクトの良否を判定するので、これで半田バンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否が判定される。

【0043】なお、本発明で言う情報記憶媒体とは、コンピュータに各種処理を実行させるためのプログラムがソフトウェアとして事前に格納されたものであれば良く、例えば、コンピュータを一部とする装置に固定されているROM(Read Only Memory)やHDD(Hard Disc Drive)、コンピュータを一部とする装置に着脱自在に装填されるCD(Compact Disc)-ROMやFD(Floppy Disc)、等を許容する。

【0044】また、本発明で言うコンピュータとは、ソフトウェアからなるプログラムを読み取って対応する処理動作を実行できる装置であれば良く、例えば、CPU(Central Processing Unit)を主体として、これにROMやRAM(Random Access Memory)やI/F(Interface)等の各種デバイスが必要により接続された装置などを許容する。本発明でコンピュータにソフトウェアに対応した各種動作を実行させることは、各種デバイスをコンピュータに動作制御させることなども許容する。

【0045】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図面を参照して以下に説明する。なお、図1は本実施の形態のバンプ検査装置の全体構造を示す模式的な正面図、図2は検査対象の回路基板の半田バンプの部分の外形を示す側面図、図3(a)はバンプ照明装置を示す平面図、同図(b)は側面図、図4はバンプ撮像装置を示す正面図、図5(a)は光学フィルタを示す平面図、同図(b)は正面図、図6は半田バンプの画像データを示す模式図、図7はバンプ検査装置に各種データをデータ設定する場合の処理動作を示すフローチャート、図8はバンプ検査装置によるバンプ検査方法の処理動作を示すフローチャート、である。

【0046】本実施の形態のバンプ検査装置100は、図1に示すように、バンプ照明装置110、バンプ撮像装置120、画像処理装置130、相対移動手段であるxyθテーブル140、全体制御手段である全体制御装置150、等を主要部分として具備している。

【0047】本実施の形態のバンプ検査装置100が検査対象とする回路基板10は、図2に示すように、一個の基板本体11を具備しており、この基板本体11の表面にプリント配線で多数の微細な接続パッド12が形成されている。これら多数の接続パッド12の各々の表面には多数の半田バンプ13が個々に装着されており、これら多数の半田バンプ13の各々の下半部に補強樹脂14が塗布されている。

【0048】バンプ照明装置110は、図1に示すよう

に、基板保持手段である基板保持部111と、光線照射手段である照明ユニット112と、を主要部として具備しており、この照明ユニット112は、図3に示すように、光線出射手段である多数のLED(Light Emitting Diode)113と、光源保持手段である支持フレーム114と、を具備している。

【0049】基板保持部111は、ここではxyθテーブル140の一部として形成されており、半田バンプ13が位置する表面が水平となるように回路基板10を保持する。照明ユニット112は、基板保持部111の上方に配置されており、回路基板10の表面の多数の半田バンプ13を一個ずつ照明する。

【0050】より詳細には、多数のLED113は円環形状の支持フレーム114により、図3(a)に示すように、水平面内では内向きの放射状に配置されており、同図(b)に示すように、垂直面内では下向きに傾斜した状態に各々支持されている。このため、照明ユニット112は、図2に示すように、基板保持部111により保持された回路基板10の表面に“5~15度”程度の所定角度で交差する光線を、半田バンプ13の外周部に全周方向から照射する。

【0051】なお、本実施の形態では半田バンプ13の表面状態は鏡状の銀色であり、補強樹脂14の表面の発色は青色である。一方、LED113は“0.66(μm)”程度の赤色の光線を出射するので、LED113が出射する光線と補強樹脂14の発色とが略補色の関係にある。

【0052】バンプ撮像装置120は、その一部であるバンプ照明手段として上述のバンプ照明装置110を具備しており、図4に示すように、回路基板10の表面に上方から対向している。バンプ撮像装置120は、画像撮像手段であるCCD(Charge Coupled Device)カメラ121と光学フィルタ122とを主要部分として具備しており、CCDカメラ121は、CCDアレイ123と結像光学系124とを具備している。

【0053】このCCDカメラ121は、バンプ照明装置110により照明された半田バンプ13の反射光を回路基板10の表面に直交する方向から所定のダイナミックレンジで撮像し、アナログの画像データを生成して画像処理装置130に出力する。

【0054】光学フィルタ122は、フィルタ配置手段である鏡筒125により、CCDカメラ121と半田バンプ13との間隙に配置されており、この鏡筒125と光学フィルタ122とで強度調整手段である強度調整部が実現されている。

【0055】光学フィルタ122は、図5(a)に示すように、半田バンプ13の平面形状に対応した円盤形状に形成されており、透過率が“30%”程度と低い円形の中央部126と、透過率が“100%”近くまで高い円環形の外周部127と、を具備している。光学フィルタ12

2の低透過率の中央部126の直径は半田パンプ13の半分程度であり、同図(b)に示すように、鏡筒125は光学フィルタ122を半田パンプ13の真上に配置する。

【0056】つまり、鏡筒125により支持された光学フィルタ122により、CCDカメラ121の撮像範囲での半田パンプ13の中央部分の反射光の強度が低下され、撮像される半田パンプ13の反射光の強度がCCDカメラ121のダイナミックレンジに適合される。

【0057】画像処理装置130は、パンプ撮像装置120に接続されており、パンプ撮像装置120により撮像された半田パンプ13の画像データをデータ処理する。画像処理装置130は、A/D(Analog/Digital)変換装置131、画像メモリ装置132、計測処理装置133、判定処理装置134、等のハードウェアを具備しており、これらの装置131～134が略順番に接続されている。

【0058】A/D変換装置131は、パンプ撮像装置120により撮像されたアナログの画像データをデジタルの多値の画像データに変換し、画像メモリ装置132は、多値の画像データを一時記憶する。計測処理装置133および判定処理装置134は、いわゆるマイクロコンピュータからなり、例えば、CPU、ROM、RAM、I/F、等のハードウェアを各々具備している(図示せず)。

【0059】計測処理装置133および判定処理装置134は、ROMやRAM等の情報記憶媒体に各種の制御プログラムや処理データがソフトウェアやファームウェアとして事前に実装されており、これに対応してCPUが各種のデータ処理を実行することにより、各種手段として各種機能が論理的に実現されている。

【0060】このため、これらの処理装置133、134により、データ設定手段であるデータ設定機能、範囲制限手段である範囲制限機能、画像二値化手段である画像二値化機能、等を論理的に具備しており、オブジェクト抽出手段であるオブジェクト抽出機能、良否判定手段である良否判定機能、処理制御手段である処理制御機能、等が論理的に実現されている。

【0061】データ設定機能は、各種の画像処理に必要な所定データをCPUがRAM等にデータ設定することに相当し、このようにデータ設定される所定データは、円形ウインドウ、円周走査位置、輝度オフセット値、面積許容範囲、比率許容範囲、等からなる。

【0062】円形ウインドウは、図6に示すように、画像データの矩形の撮像フレームに対して半田パンプ13の外形に対応した形状の処理範囲として設定され、円周走査位置は、円形ウインドウの内周部分を走査する開始位置として設定される。輝度オフセット値は、円形ウインドウの内周部分から走査された輝度をオフセットさせる数値として設定され、面積許容範囲は、画像データか

ら抽出されるオブジェクトの面積の許容範囲として設定され、比率許容範囲は、オブジェクトの縦横比であるアスペクト比の許容範囲として“ 1.0 ± 0.2 ”程度に設定される。

【0063】上述のような各種データは、半田パンプ13の直径やパンプ撮像装置120の感度などの各種条件が事前に判明している場合には固定値やデフォルト値として制御プログラムに登録しておくことも可能であるが、ここではユーザにキーボード(図示せず)等で所望値を登録させるように制御プログラムが記述されている。

【0064】範囲制限機能は、上述のようにRAM等にデータ設定された円形ウインドウと画像メモリ装置132に一時記憶された画像データとをCPUが読み出し、画像データに円形ウインドウを設定することで処理範囲を半田パンプ13の外形に対応した円形に制限する。

【0065】画像二値化機能は、平均検出手段である平均検出機能と閾値算出手段である閾値算出機能とを具備しており、RAM等を実装されている制御プログラムに対応したCPUの所定のデータ処理により、上述の円形ウインドウで処理範囲が制限された多値の画像データを二値化する。

【0066】より詳細には、平均検出機能は、円形ウインドウで制限された画像データの内周部分を前述の円周走査位置から走査して平均輝度を検出し、閾値算出機能は、平均輝度に前述の輝度オフセット値を加算して二値化の閾値であるスライスレベルを算出するので、このスライスレベルで画像二値化機能は多値の画像データを二値化する。

【0067】オブジェクト抽出機能は、RAM等を実装されている制御プログラムに対応したCPUの所定のデータ処理により、円形ウインドウの二値化された画像データから、半田パンプ13の補強樹脂14から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出する。

【0068】良否判定機能は、面積検出手段である面積検出機能、面積比較手段である面積比較機能、比率検出手段である比率検出機能、比率比較手段である比率比較機能、等を具備しており、RAM等を実装されている制御プログラムに対応したCPUの所定のデータ処理によりオブジェクトの良否を判定する。

【0069】より詳細には、面積検出機能は、抽出されたオブジェクトの面積を検出し、面積比較機能は、検出されたオブジェクトの面積を前述の面積許容範囲と比較する。比率検出機能は、検出面積が許容範囲を満足したオブジェクトのアスペクト比を検出し、比率比較機能は、検出されたアスペクト比を前述の比率許容範囲と比較する。

【0070】なお、上述のように比率検出機能がオブジェクトのアスペクト比を検出する場合、実際にはオブジェクトの重心が検出され、この重心を追加する最長の直

線としてオブジェクトの長軸であるが検出され、この慣性主軸を縦軸としてオブジェクトのアスペクト比が検出される。

【0071】また、前述のようにオブジェクト抽出機能が円形ウインドウの画像データからオブジェクトを抽出する場合、半田パンプ13の露出部分に対応したオブジェクトは理想的には一つであるが、実際には円形ウインドウの内部の画像データが右上から左下などに順次走査されて複数のオブジェクトが抽出される。

【0072】このため、良否判定機能は、一個の半田パンプ13に対応した複数のオブジェクトを順次検査するので、処理制御機能は、RAM等を実装されている制御プログラムに対応したCPUの所定のデータ処理により、複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で良否判定の処理を終了させる。

【0073】 $xy\theta$ テーブル140は、水平な x 方向に平行移動する x テーブル141、水平な y 方向に平行移動する y テーブル142、水平な θ 方向に回転する θ テーブル143、を具備しており、これらのテーブル141～143が順番に積層されている。

【0074】これらのテーブル141～143には位置制御装置144が接続されており、この位置制御装置144が各テーブル141～143の位置を制御する。このため、 $xy\theta$ テーブル140は、基板保持部111に保持された回路基板11を水平方向に自在に移動および回転させて保持する。

【0075】全体制御装置150は、上述のような各種装置110、120、130、140に接続されており、これらの装置110～140の動作を統合制御する。つまり、前述のように回路基板10は表面に多数の半田パンプ13が配列されているので、全体制御装置150は、各種装置110～140を統合制御することにより、一個の回路基板10の表面の多数の半田パンプ13を順番に照明させるとともに撮像させて検査させる。

【0076】上述のような構成において、本実施の形態のバンプ検査装置100によるバンプ検査方法では、表面に多数の半田パンプ13が配列されて補強樹脂14が塗布された回路基板10を検査対象とし、この回路基板10の表面に配列されている多数の半田パンプ13に対する補強樹脂14の塗布状態を自動的に検査する。

【0077】このようにバンプ検査装置100で検査作業を実行する場合、図7に示すように、ユーザは最初に検査する回路基板10に対応して各種データを画像処理装置130にデータ設定する。このような各種データは、例えば、円形ウインドウ、円周走査位置、輝度オフセット値、面積許容範囲、比率許容範囲、等からなり、そのデータ設定は画像処理装置130のディスプレイ（図示せず）のガイダンス表示に対応したキーボードの入力操作などにより実行される。

【0078】このように検査対象の回路基板10に対応

した各種データが画像処理装置130にデータ設定されると、バンプ検査装置100は自動的な検査作業を実行できる状態となる。そこで、検査する回路基板10を手動や自動で基板保持部111に供給して保持させると、全体制御装置150に動作制御される $xy\theta$ テーブル140により多数の半田パンプ13の一個がバンプ撮像装置120の撮像位置に移動されて保持される。

【0079】このような状態でバンプ照明装置110により一個の半田パンプ13が照明され、この照明された半田パンプ13がバンプ撮像装置120により撮像される。このとき、本実施の形態のバンプ照明装置110によるバンプ照明方法では、図2および図3に示すように、回路基板10の表面に所定角度で交差する光線が半田パンプ13の外周部に“ $40(\text{mW}/\text{cm}^2)$ ”程度の強度で全周方向から照射されるので、球状の半田パンプ13の上半部と補強樹脂14との境界の位置が略均一に照明されることになる。

【0080】このようにバンプ照明装置110により球状の半田パンプ13を全周方向から低角度に照明すると、球状の半田パンプ13の頂点部分からCCDカメラ121に向かう高強度の反射光が発生することが軽減される。しかし、それでも球状の半田パンプ13の頂点部分はCCDカメラ121の光軸に直交する平面として作用するため、CCDカメラ121の撮像範囲での半田パンプ13の中央部分には高強度の反射光が発生する。

【0081】そこで、本実施の形態のバンプ撮像装置120によるバンプ撮像方法では、上述のように照明された半田パンプ13の反射光をCCDカメラ121により回路基板10の表面に直交する方向から撮像するとき、CCDカメラ121の撮像範囲での半田パンプ13の中央部分の反射光の強度を光学フィルタ122により低下させる。

【0082】このため、球状の表面が鏡面の半田パンプ13の頂点部分で高強度に反射された光線の強度が光学フィルタ122により低下されてCCDカメラ121のダイナミックレンジに適合するので、このCCDカメラ121は露光が過剰となることなく半田パンプ13を撮像することになる。

【0083】このようにバンプ撮像装置120で撮像された画像データは、画像処理装置130に供給されて画像処理される。この画像処理装置130では、A/D変換装置131によりアナログの画像データをデジタルに変換し、このデジタルの多値の画像データを画像メモリ装置132に一時記憶させる。

【0084】図8に示すように、上述のように一個の半田パンプ13の画像データがデータ入力されると（ステップS1）、円形ウインドウの設定データに対応して画像データの処理範囲が半田パンプ13の外形に対応した円形に制限され、この円形ウインドウの内周部分が円周走査位置の設定データに対応して走査される（ステップ

S 2)。

【0085】これで半田パンプ13の外周部分の撮像輝度が検出されるので輝度平均値が算出され(ステップS 3)、これに輝度オフセット値が加算されてスライスレベルが算出され(ステップS 4)、このスライスレベルにより多値の画像データが二値化される(ステップS 5)。

【0086】補強樹脂14から露出した半田パンプ13の上半部は高強度に撮像されるので、上述のように二値化された画像データは、図6に示すように、半田パンプ13の上半部に対応した中央に一つの大型の略円形のオブジェクトが存在し、その周囲などにノイズのために複数の小型の異形のオブジェクトが存在する状態となる。

【0087】そこで、一個の半田パンプ13の画像データが順次走査されて複数のオブジェクトが順次抽出され(ステップS 6)、円形ウインドウの内部領域の順次走査が完了すると抽出されたオブジェクトの個数がデータ保存される(ステップS 7)。

【0088】上述のように抽出されたオブジェクトの面積が検出され(ステップS 8)、この検出面積が面積許容範囲の設定データと比較される(ステップS 9)。ただし、前述のように抽出されるオブジェクトは複数なので、上述の処理動作は検出面積が許容範囲を満足するオブジェクトが検出されるまで複数のオブジェクトで順番に実行される(ステップS 10)。

【0089】これで検出面積が許容範囲を満足するオブジェクトが検出されることなく処理動作が終了すると、その半田パンプ13は不良であると判定されて検出面積などが識別データとともにデータ記録される(ステップS 11)。一方、検出面積が許容範囲を満足するオブジェクトが検出されると、その時点で上述の検出面積の確認処理は終了されてアスペクト比の確認処理が開始される(ステップS 12~S 17)。

【0090】その場合、検出面積が許容範囲を満足した一つのオブジェクトの重心の位置が算出され(ステップS 12)、この重心を追加する最長の直線として慣性主軸が検出され(ステップS 13)、この慣性主軸を縦軸としてアスペクト比が算出される(ステップS 14、S 15)。

【0091】このように算出されたアスペクト比が比率許容範囲の設定データと比較され(ステップS 16)、これでアスペクト比が許容範囲を満足しない場合には前述の面積確認の処理動作が再開される(ステップS 8~S 17)。これで検出面積とアスペクト比とが許容範囲を満足するオブジェクトが検出されることなく処理動作が終了すると、その半田パンプ13は不良であると判定されてアスペクト比などが識別データとともにデータ記録される(ステップS 11)。

【0092】一方、検出面積とアスペクト比とが許容範囲を満足するオブジェクトが検出されると、これは補強樹脂14から露出している半田パンプ13の上部のオブ

ジェクトであると判定され(ステップS 18)、その面積やアスペクト比などが半田パンプ13の識別データとともにデータ記録される(ステップS 19)。

【0093】これで一個の半田パンプ13に対する補強樹脂14の塗布状態の良否が判定されたことになるので、これが完了すると次の半田パンプ13の有無が判定され(ステップS 20)、次の半田パンプ13が存在する場合には、前述のように全体制御装置150に動作制御されるx y θ テーブル140により次の半田パンプ13がパンプ撮像装置120の撮像位置に移動されて上述の処理動作が繰り返される。

【0094】本実施の形態のパンプ検査装置100は、上述のように一個の回路基板10の多数の半田パンプ13ごとに補強樹脂14の塗布状態の良品判定を順番に実行するので、一個の回路基板10の多数の半田パンプ13の全部で補強樹脂14の良否が自動的に検査されることになる。

【0095】つまり、膨大な個数の微細な半田パンプ13を目視で検査するような必要がないので、半田パンプ13を補強樹脂14で補強した回路基板10の歩留りを向上させることができる。なお、本実施の形態のパンプ検査装置100を試作して回路基板10の多数の半田パンプ13を実際に検査したところ、“0.01(sec)”程度の短時間に一個の割合で半田パンプ13を検査できることが確認された。

【0096】上述のように不良の半田パンプ13が検出された場合には、その識別データがデータ記録されるので、回路基板10の表面に配列されている多数の微細な半田パンプ13から不良のものを容易に特定することができる。しかも、不良と判定された面積やアスペクト比などもデータ記録されるので、不良と判定された補強樹脂14の塗布状態を精密検査するときに記録データを参照することができる。

【0097】このため、補強樹脂14の塗布状態に不良が発生した原因を容易に究明することができ、有効な対策を迅速に実施することが可能となるので、設計や生産ラインの不具合を改善するなどして大量生産する回路基板10の歩留りを向上させることができる。

【0098】また、本実施の形態のパンプ検査装置100では、最初に円形ウインドウにより画像データの処理範囲が半田パンプ13の外形に対応した円形に制限されるので、各種処理を実行する範囲を必要最小限として作業を迅速に完了することができる。

【0099】さらに、円形ウインドウの内周部分の平均輝度にオフセット値を加算したスライスレベルで多値の画像データが二値化されるので、画像データを補強樹脂14の部分と半田パンプ13の部分とに良好に二値化することができる。特に、パンプ照明装置110の発光と補強樹脂14の発色とが補色の関係を満足するので、画像データで補強樹脂14の部分を良好に高濃度とするこ

とができ、画像データを補強樹脂14の部分と半田パンプ13の部分とに良好に二値化することができる。

【0100】しかも、補強樹脂14は球状に突出した半田パンプ13の外周部に塗布されているが、この半田パンプ13をパンプ照明装置110は全周方向から照明するので画像データに照明方向による明暗が発生せず、画像データを補強樹脂14の部分と半田パンプ13の部分とに良好に二値化することができる。

【0101】さらに、球状に突出した半田パンプ13の頂点の位置は極度に高強度の反射光が撮像されやすいが、半田パンプ13の中央の光線の強度を光学フィルタ122で低下させるので、半田パンプ13の全体をCCDカメラ121で良好に撮像することができ、良好に二値化できる画像データを生成することができる。

【0102】また、本実施の形態のパンプ検査装置100では、一個の半田パンプ13の画像データから複数のオブジェクトが抽出されるが、この複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で良否判定の処理が終了されるので、複数のオブジェクトに対する処理を必要最小限として作業を迅速に完了することができる。

【0103】オブジェクトの良否を判定する処理としては、その面積とアスペクト比とが許容範囲と比較されるので、半田パンプ13の露出部分に対応した略円形の大型の一つのオブジェクトを略確実に特定することができる、ノイズによる小型で異形のオブジェクトで誤処理が実行されることがない。特に、アスペクト比の検出では重心を通過する慣性主軸が長軸とされるので、ノイズによる異形のオブジェクトが円形と誤認されることが略確実に防止されている。

【0104】なお、本発明は上記形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で各種の変形を許容する。例えば、上記形態では球状に突出した半田パンプ13を全周方向から照明するため、円環形状の支持フレーム114で多数のLED113を内向きの放射状に配列することを例示した。

【0105】しかし、図9および図10に例示するパンプ照明装置200のように、円環形状の支持フレーム201で多数のLED113を略下向きに配置し、支持フレーム201の下部に装着した光線偏向手段である多面ミラー202により、多数のLED113から出射される光線を内向きに偏向して一点に集中させることも可能である。

【0106】この場合、支持フレーム114により円形に略下向きに配置された多数のLED113の各々が光線を出射し、これらの光線が多面ミラー202により内向きに偏向されて一点に集中するので、これでも半田パンプ13の外周部を全周方向から照明することが可能である。

【0107】なお、上述のパンプ照明装置200では、円環形状の支持フレーム201で多数のLED113を

略下向きに配置し、多面ミラー202を上方に拡開した角錐状に形成することを想定したが、図11および図12に例示するパンプ照明装置300のように、円環形状の支持フレーム301で多数のLED113を略内向きに配置し、多面ミラー302を下方に拡開した角錐状に形成することも可能である。

【0108】上述のパンプ照明装置200、300では、多面ミラー202、302を使用するので、部品が増加して構造も複雑化するが、半田パンプ13の周囲には多面ミラー202、302しか位置しないのでLED113の配置や配線が容易である。

【0109】一方、前述したパンプ照明装置110の場合は、多面ミラー202、302を利用しないので、微小な半田パンプ13の周囲に多数のLED113を適正に配置することが困難な場合があるが、部品が少数で構造が簡単である。つまり、上述のようなパンプ照明装置110、200、300は、相互に一長一短を有するので、要求される性能や装置の仕様などに対応して選択することが好ましい。

【0110】また、上記形態では半田パンプ13の頂点位置の極度に高強度な反射光を防止するため、中央部126のみ透過率が低い光学フィルタ122を半田パンプ13とCCDカメラ121との間隙に配置することを例示した。しかし、図13および図14に例示するパンプ照明装置400およびパンプ撮像装置410のように、照明ユニット112と半田パンプ13との間隙に第一の光線変換手段である照明偏光フィルタ401を配置するとともに、半田パンプ13とCCDカメラ121との間隙に第二の光線変換手段である撮像偏光フィルタ411を配置することも可能である。

【0111】この場合、パンプ照明装置400により半田パンプ13に照射される光線が照明偏光フィルタ401により偏光に変換されるとともに、半田パンプ13で反射されてCCDカメラ121により撮像される光線が撮像偏光フィルタ411により偏光に変換されるので、やはり表面が鏡面の半田パンプ13の頂点部分で高強度に反射された光線の強度が撮像されるまでに低下される。

【0112】また、上記形態では画像データの円形ウィンドウの内部を行列方向に順次走査して複数のオブジェクトを抽出することを例示したが、例えば、オブジェクトを抽出するための画像走査を円形ウィンドウの中心から外側に螺旋状に実行することにより、画像データの中央部分から一つのオブジェクトを抽出することも可能である。

【0113】この場合、画像データの中央部分から一つのオブジェクトが抽出されるので、半田パンプ13の補強樹脂14から露出した部分のオブジェクトを一度で抽出することができ、このオブジェクトを抽出する作業を極めて迅速に完了することが可能である。

【0114】また、上記形態では画像処理装置130の各部が各々専用のハードウェアとして形成されていることを例示したが、例えば、適正なソフトウェアをコンピュータに実装して動作させることにより、画像処理装置130の各部を実現することも可能であり、一部をソフトウェアで実現するとともに一部をハードウェアとして形成することも可能である。

【0115】上述のように画像処理装置130の各部をソフトウェアにより実現する場合、コンピュータが読取自在なRAM等の情報記憶媒体には、回路基板10の表面に装着されて下半部に補強樹脂14が塗布された球状の半田パンプ13の画像データをデータ入力すること、このデータ入力された多値の画像データを二値化すること、この二値化された画像データから半田パンプ13の補強樹脂14から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出すること、この抽出されたオブジェクトの良否を判定すること、等をコンピュータのCPUに実行させるためのプログラムを格納しておけば良い。

【0116】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0117】本発明のバンプ照明装置によるバンプ照明方法では、基板保持手段により所定位置に保持された回路基板の表面に所定角度で交差する光線が、光線照射手段により半田パンプの外周部に全周方向から照射されることにより、球状の半田パンプの上半部と補強樹脂との境界の位置を略均一に照明することができるので、半田パンプと補強樹脂とを良好に区別できる状態に照明することができる。

【0118】また、上述のようなバンプ照明装置において、光源保持手段により多数の光線出射手段が内向きの放射状に配置され、この多数の光線出射手段の各々が出射する光線が一点に集中することにより、半田パンプの外周部に全周方向から光線を照射する光線照射手段を、部品が少数の簡単な構造で実現することができる。

【0119】また、光源保持手段により多数の光線出射手段が円形に配置され、この多数の光線出射手段の各々が出射する光線が光線偏向手段により所定方向に偏向されて一点に集中することにより、半田パンプの外周部に全周方向から光線を照射する光線照射手段を、光線出射手段の配置が容易な構造に形成することができる。

【0120】また、半田パンプに照射される光線が光線変換手段により偏光に変換されることにより、表面が鏡面の半田パンプの頂点部分の反射光が極度に高強度となることを防止できる。

【0121】また、光線出射手段から半田パンプに照射される光線が補強樹脂の発色に対して略補色とすることにより、表面が鏡面の半田パンプは照射される光線を良好に反射し、補強樹脂は照射される光線を略吸収するので、半田パンプと補強樹脂とを良好に区別できる状態に

照明することができる。

【0122】本発明の一のバンプ撮像装置によるバンプ撮像方法では、バンプ照明手段により回路基板が所定位置に保持されて半田パンプが照明され、この照明された半田パンプの反射光が画像撮像手段により回路基板の表面に直交する方向から撮像されるとき、画像撮像手段の撮像範囲での半田パンプの中央部分の反射光の強度が強度調整手段により低下されることにより、表面が鏡面の半田パンプの頂点部分で高強度に反射された光線の強度を撮像されるまでに低下させることができ、頂点部分に高強度の反射光が発生しがちな半田パンプを露出が過剰となることなく良好に撮像することができる。

【0123】また、上述のようなバンプ撮像装置において、フィルタ配置手段により画像撮像手段と半田パンプとの間隙に光学フィルタが配置され、この光学フィルタの透過率は中央ほど低く同心円状に変化していることにより、画像撮像手段の撮像範囲での半田パンプの中央部分の反射光の強度を簡単な構造で確実に低下させることができる。

【0124】また、撮像される半田パンプの反射光の強度が強度調整手段により画像撮像手段のダイナミックレンジに適合させることにより、画像撮像手段が半田パンプを良好な露出状態で撮像することができる。

【0125】本発明の他のバンプ撮像装置によるバンプ撮像方法では、バンプ照明手段により半田パンプに照射される光線が第一の光線変換手段により偏光に変換されるとともに、半田パンプで反射されて画像撮像手段により撮像される光線が第二の光線変換手段により偏光に変換されることにより、表面が鏡面の半田パンプの頂点部分で高強度に反射された光線の強度を撮像されるまでに低下させることができ、頂点部分に高強度の反射光が発生しがちな半田パンプを露出が過剰となることなく良好に撮像することができる。

【0126】また、上述のようなバンプ撮像装置において、バンプ照明手段が本発明の前述のバンプ照明装置からなることにより、球状の半田パンプの補強樹脂との境界の位置を全周方向から略均一に照明することができ、このように照明された半田パンプを少なくとも頂点部分の反射光の強度が低下された状態で撮像することができるので、半田パンプと補強樹脂とを良好に区別できる状態に照明して撮像することができる。

【0127】本発明の画像処理装置による画像処理方法では、多値の画像データが画像二値化手段により二値化され、この二値化された画像データからオブジェクト抽出手段により半田パンプの露出部分に対応したオブジェクトが抽出される。このオブジェクトの良否が良否判定手段により判定されることにより、半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否を判定することができ、膨大な個数の微細な半田パンプを作業者が目視で検査するような必要がないので、回路基板の歩留りを向上させるこ

とができる。

【0128】また、上述のような画像処理装置において、画像データの処理範囲が範囲制限手段により半田パンプの外形に対応した円形に制限されることにより、半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の判定に必要な部分のみ画像データが処理されるので、各種の画像処理を迅速に終了することができる。

【0129】また、範囲制限手段により円形に制限された画像データの内周部分の平均輝度が平均検出手段により検出され、この平均輝度に閾値算出手段により所定のオフセット値が加算されて二値化の閾値が算出されることにより、この閾値により多値の画像データを二値化することができるので、半田パンプと補強樹脂とが良好に区別された状態に画像データを二値化することができる。

【0130】また、一個の半田パンプの画像データがオブジェクト抽出手段により順次走査されて複数のオブジェクトが順次抽出され、一個の半田パンプに対応した複数のオブジェクトが良否判定手段により順次検査される時、複数のオブジェクトから一つの良品が検出された時点で良否判定手段の処理が処理制御手段により終了されることにより、複数のオブジェクトに対する処理が必要最小限とされて無用な処理が実行されないため、この処理を迅速に終了することができる。

【0131】また、画像データの中央部分からオブジェクト抽出手段により一つのオブジェクトが抽出されることにより、半田パンプの補強樹脂から露出した部分のオブジェクトを一度で抽出することができるので、この処理を迅速に終了することができる。

【0132】また、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの面積が面積検出手段により検出され、この面積が面積比較手段により所定の許容範囲と比較されることにより、これで補強樹脂から露出している半田パンプの上部の面積の適否が良否判定手段により判定されるので、半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否を簡単に判定することができる。

【0133】また、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの縦横比が比率検出手段により検出され、この縦横比が比率比較手段により所定の許容範囲と比較されることにより、これで補強樹脂から露出している半田パンプの上部の形状の適否が良否判定手段により判定されるので、半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否を簡単に判定することができる。

【0134】また、オブジェクト抽出手段により抽出されたオブジェクトの長軸が比率検出手段により検出されて縦軸とされ、この縦軸を基準にオブジェクトの縦横比が検出されることにより、オブジェクトの縦横比を長軸と短軸との比率として検出することができるので、ノイズによる異形のオブジェクトを半田パンプの露出部分による略円形のオブジェクトと誤認することが良好に防止

される。

【0135】本発明のパンプ検査装置によるパンプ検査方法では、本発明のパンプ照明装置により球状の半田パンプの補強樹脂との境界の位置が全周方向から略均一に照明され、このように照明された半田パンプが本発明のパンプ撮像装置により少なくとも頂点部分の反射光の強度が低下された状態で撮像され、このように撮像された画像データから本発明の画像処理装置により半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否が判定されることにより、半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態を良好に検査することができる。

【0136】また、上述のようなパンプ検査装置において、全体制御手段により相対移動手段とパンプ照明装置とパンプ撮像装置と画像処理装置とが統合制御され、相対移動手段により相対移動される一個の回路基板の表面の多数の半田パンプが順番にパンプ照明装置により照明されるとともにパンプ撮像装置により撮像されて画像処理装置により検査されることにより、一個の回路基板の表面に配列されている多数の半田パンプに対して補強樹脂の塗布状態が順番に検査されるので、一個の回路基板の多数の半田パンプを自動的に検査することができる。

【0137】本発明の情報記憶媒体に格納されているプログラムをコンピュータに読み取らせて対応する処理動作を実行させると、このコンピュータは、回路基板の表面に装着されて下半部に補強樹脂が塗布された球状の半田パンプの画像データをデータ入力し、このデータ入力された多値の画像データを二値化し、この二値化された画像データから前記半田パンプの前記補強樹脂から露出している部分に対応したオブジェクトを抽出し、この抽出されたオブジェクトの良否を判定することにより、これで半田パンプに対する補強樹脂の塗布状態の良否をコンピュータに判定させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態のパンプ検査装置の全体構造を示す模式的な正面図である。

【図2】検査対象の回路基板の半田パンプの部分の外形を示す側面図である。

【図3】(a)はパンプ照明装置を示す平面図、(b)は側面図である。

【図4】パンプ撮像装置を示す正面図である。

【図5】(a)は光学フィルタを示す平面図、(b)は正面図である。

【図6】半田パンプの画像データを示す模式図である。

【図7】パンプ検査装置に各種データをデータ設定する場合の処理動作を示すフローチャートである。

【図8】パンプ検査装置によるパンプ検査方法の処理動作を示すフローチャートである。

【図9】パンプ照明装置の第一の変形例を示す正面図である。

【図10】第一の変形例のパンプ照明装置の要部を示す

模式図である。

【図 1 1】 バンプ照明装置の第二の変形例を示す正面図である。

【図 1 2】 第二の変形例のバンプ照明装置の要部を示す模式図である。

【図 1 3】 バンプ撮像装置の一変形例を示す正面図である。

【図 1 4】 一変形例のバンプ撮像装置の要部を示す模式図である。

【符号の説明】

1 0 回路基板

1 3 半田バンプ

1 4 補強樹脂

1 0 0 バンプ検査装置

1 1 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 バンプ照明装置

1 1 1 基板保持手段である基板保持部

1 1 2 光線照射手段である照明ユニット

1 1 3 光線出射手段であるLED

1 1 4, 2 0 1, 3 0 1 光源保持手段である支持フレーム

1 2 0, 4 1 0 バンプ撮像装置

1 2 1 画像撮像手段であるCCDカメラ

1 2 2 光学フィルタ

1 2 5 フィルタ配置手段である鏡筒

1 3 0 画像処理装置

1 3 3, 1 3 4 各種手段として機能する計測/判定処理装置

1 4 0 相対移動手段であるx y θ テーブル

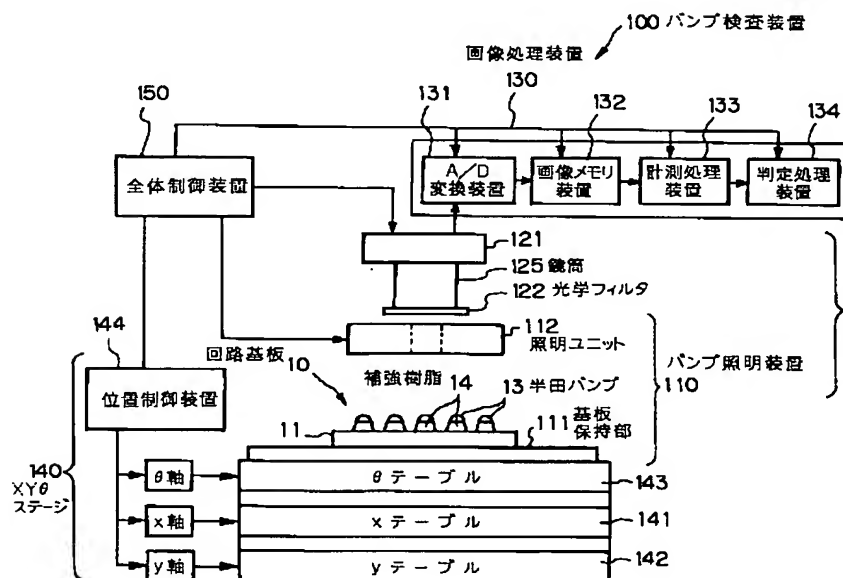
1 5 0 全体制御手段である全体制御装置

2 0 2, 3 0 2 光線偏向手段である多面ミラー

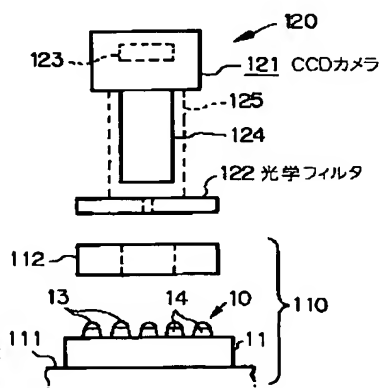
4 0 1 第一の光線変換手段である照明偏光フィルタ

4 1 1 第二の光線変換手段である撮像偏光フィルタ

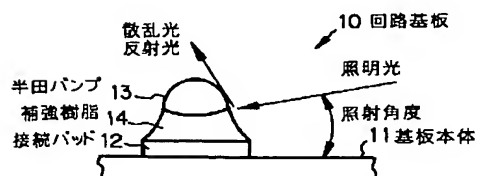
【図 1】



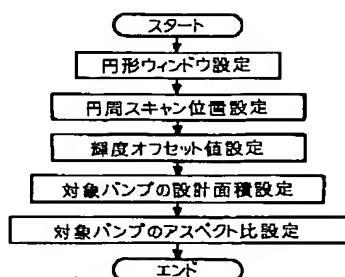
【図 4】



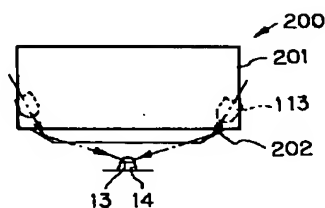
【図 2】



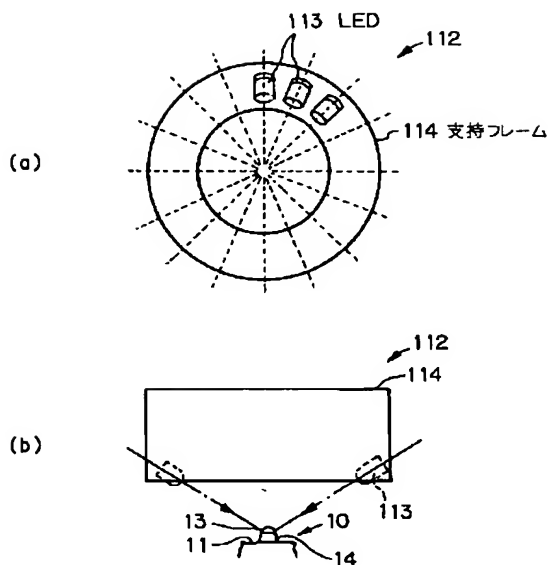
【図 7】



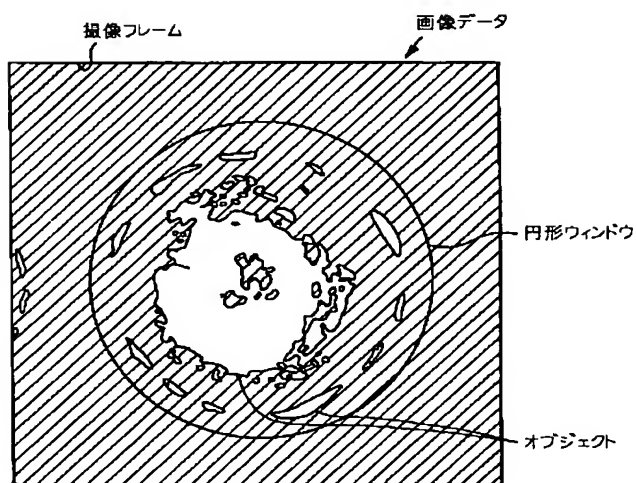
【図 9】



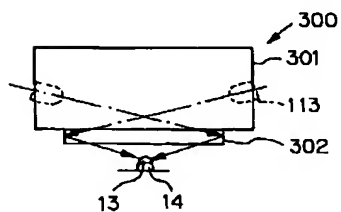
【図 3】



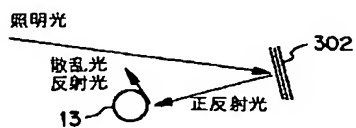
【図 6】



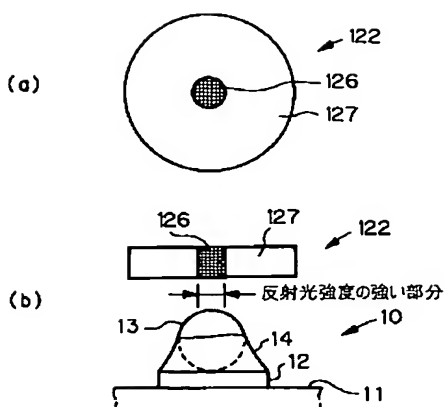
【図 11】



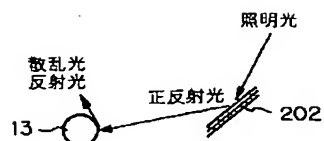
【図 12】



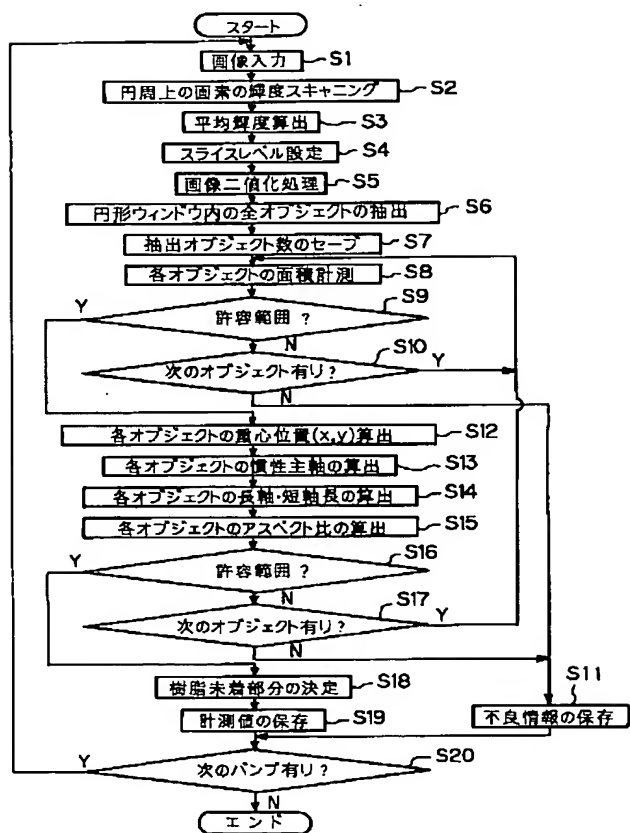
【図 5】



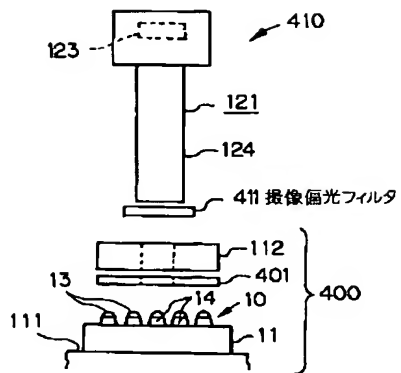
【図 10】



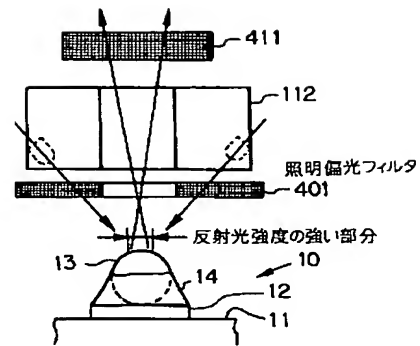
【図 8】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 池田 比呂志
神奈川県厚木市妻田北3丁目15番38号 ア
クレス株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA49 AA58 AA61 CC01 CC26
FF04 GG15 HH12 HH14 JJ03
JJ26 LL14 LL33 LL34 MM03
NN02 NN03 QQ05 QQ08 QQ26
QQ31 TT03
5E319 CD53

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.